



TITLE:

保証サービスがマーケットシェアに及ぼす影響分析(最適化問題における確率モデルの展開と応用)

AUTHOR(S):

伊藤, 秀臣; 佐藤, 毅; 河合, 一

CITATION:

伊藤, 秀臣 ...[et al]. 保証サービスがマーケットシェアに及ぼす影響分析(最適化問題における確率モデルの展開と応用). 数理解析研究所講究録 2007, 1559: 82-92

ISSUE DATE:

2007-06

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/81051>

RIGHT:

保証サービスがマーケットシェアに及ぼす影響分析 - Impact Analysis of Product Warranty for Market Share -

鳥取大学工学研究科 * 伊藤 秀臣 (Hideomi Ito)

鳥取大学工学部 ** 佐藤 毅 (Takashi Satow)

河合 一 (Hajime Kawai)

*: Graduate School of Engineering, Tottori University

** : Faculty of Engineering, Tottori University

1. 序論

マーケットシェア (市場占有率) とは、市場の需要全体に対する自社への需要の比率を意味している。マーケットシェアの定義は業種業態に依存し様々な表現方法をとる。物販・小売業を想定した場合、一般的には任意の地域や市場において自社の製品・サービスの売上高が産業全体の売上高に占める割合を示す指標と考えられる。企業にとりマーケットシェアを把握することは自社の欠点を明確化し、製品・サービスの販売戦略の基礎データとして活用できるなどの利点がある。製品に対する保証は、顧客と企業の両者に大きな影響をもたらす。顧客は製品が十分に機能を果たすという確信を得るために保証を必要とする。一方、企業は顧客からの不正な保証要求に対する保護と宣伝の目的で保証を利用する。顧客は製品を購入する場合、製品価格、デザイン、製品性能、そして信頼性を主な判断基準とする。しかし、比較する製品特性がほとんど同一である場合、どの製品を購入するか迷うことが多い。この様な状況下において製品保証は購入製品を決定する重要な要素の一つとなる。また、新製品の場合、保証はより重要になる。多くの場合、顧客は製品の信頼性に関する情報を持たない。つまり、顧客に好意的な保証は製品が高品質であることを暗示し、マーケットシェア拡大の有効な戦略と成りえるものと考えられる。

現在、ほとんどの製品には保証が付いている。これは製品が保証期間中に故障した場合、製品そのものに原因がある場合が多く、顧客を保護する必要があるからである。多くの場合、長い保証期間を持つ製品は信頼性が高いと考えられる。そのため、顧客は保証期間が長ければ、よりその製品を選ぶ傾向を持つと考えられる。しかし、長期保証は顧客の使用頻度や設置環境などの製品以外の外的影響を受け、新たな保証リスクを招く。製品販売価格には、保証期間中に発生する故障に対する修理費用が考慮されている。そのため、保証期間の延長は故障発生リスクを招き、製品価格にも影響を与える [1],[2]。つまり、長期保証が単純にマーケットシェア拡大の救世主ではないと考えられる。本研究では、最適な価格、及び保証期間を議論するため、保証期間と製品価格を考慮した初期保証モデル、追加保証を実施した場合における追加保証モデル、追加保証を実施した場合に保証を更新する顧客の割合が追加保証期間、追加保証価格、及び使用期間によって影響を受ける更新率依存モデル、保証期間と使用期間によって価格が変化する割引モデルを提案する。

2. 初期保証モデル (モデル 1)

製品価格、及び保証期間を考慮したマーケットシェア関数を定式化する。本モデルでは、1. 顧客は製品購入後一定期間、保証サービスを受けることができる、2. 企業は最低販売価格、および最大保証期間を指定できる、と2つの仮定をおく。定式化にあたり、次表記を定める。

対象製品の販売価格を P_s 、製品の保証期間を τ とする。企業は製品の最低販売価格 P_{sL} と、最大保証期間 τ_U を設定する。企業は販売価格と保証期間を調整することによりマーケットシェア拡大を図ることから、マーケットシェア関数を $Q(P_s, \tau)$ とおく。マーケットシェア関数 $Q(P_s, \tau)$ は、文献 [3] より次式として導出される。

$$Q(P_s, \tau) = G \left(\frac{P_{sL}}{P_s} \right)^a \left(\frac{\tau_U + k}{\tau + k} \right)^{-b} \quad (1)$$

ここで、 $a(>1)$ は製品価格、 $b(0 < b < 1)$ は保証期間に係わるパラメータであり、 G はその商品が得ることのできる予想最大マーケットシェアである。また、パラメータ k は保証期間の設定が無い場合 ($\tau = 0$) においてもマーケットシェアを0としないことを保証する調整項である。

3. 追加保証モデル (モデル 2)

ビデオデッキや車など顧客により使用頻度が大きく異なる製品場合、頻繁に使用する顧客はより長い保証期間が設定されている製品を好んで選択する。しかし、使用頻度が低い顧客は、保証期間が長く設定されることで製品価格が高くなるのを嫌う。企業は顧客が選択できる保証を用意することでマーケットシェア拡大の戦略を模索する。その方法の一つとして保証延長オプションが存在する。保証延長オプションとは、初期保証に加え、製品価格に幾らかの追加料金を支払うことで新たな保証を受けることができる保証形態 [4] である。モデル 2 では、モデル 1 を初期保証とし、初期保証を延長する保証延長オプションを考慮に入れたマーケットシェア関数を定式化する。本モデルでは、1. 初期保証期間中に製品が故障しなかった場合、顧客は追加料金を支払い追加保証を受けるか選択できる、2. 顧客が追加保証を選択した場合、保証期間が延長される、3. 企業は、最小保証期間、最大保証期間、および最低追加保証価格を指定できる、と3つの仮定を新たにおく。定式化にあたり、次表記を定める。

対象製品の初期保証期間を τ_1 とする。顧客が任意に購入できる追加保証期間を含めた製品購入時からの保証終了期間長を τ_2 とする。(τ_2 は追加保証期間長でないことに注意する) また、最大初期保証期間と最大追加保証終了期間をそれぞれ τ_{1U} 、 τ_{2U} とする。追加保証価格を C_a とし、その最低追加保証価格を C_{aL} とする。初期保証期間と追加保証期間において、顧客の保証に対する効用が異なることから、次手順にしたがいマーケットシェアを導出する。

初期保証期間 τ_1 において故障が発生した場合、期待マーケットシェア $q_1(P_s, \tau_1)$ を次式

として定式化する。

$$q_1(P_s, \tau_1) = G_1 F(\tau_1) \left(\frac{P_{sL}}{P_s} \right)^a \left(\frac{\tau_{1U} + k}{\tau_1 + k} \right)^{-b}. \quad (2)$$

ここで、 $F(t)$ は年齢 t における製品の故障分布関数を表す。次に、初期保証期間 τ_1 において故障しない場合、期待マーケットシェア $q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)$ を次式として定式化する。

$$q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) = G_2 \delta \bar{F}(\tau_1) \left(\frac{P_{sL} + C_{aL}}{P_s + C_a} \right)^a \left(\frac{\tau_{2U} - \tau_{1L}}{\tau_2 - \tau_1} \right)^{-b}. \quad (3)$$

ここで、 $\bar{F}(\tau_1) = 1 - F(\tau_1)$ であり年齢 t までに故障を起こさない確率を表す。さらに、 δ は製品が初期保証期間 τ_1 内に故障しなかった場合、保証を更新する顧客の割合を表す。式 (2), (3) より、追加保証を実施した場合、マーケットシェア関数 $Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)$ は次式として導出される。

$$\begin{aligned} Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) &= q_1(P_s, \tau_1) + q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) \\ &= G_1 F(\tau_1) \left(\frac{P_{sL}}{P_s} \right)^a \left(\frac{\tau_{1U} + k}{\tau_1 + k} \right)^{-b} + G_2 \delta \bar{F}(\tau_1) \left(\frac{P_{sL} + C_{aL}}{P_s + C_a} \right)^a \left(\frac{\tau_{2U} - \tau_{1L}}{\tau_2 - \tau_1} \right)^{-b}. \end{aligned} \quad (4)$$

4. 更新率依存モデル (モデル3)

使用頻度が顧客に依存し大きく異なる製品は、保証内容に対する好みに依存し保証を更新するか否かが大きく左右される。例えば、製品を頻繁に使用しない顧客は保証価格に重点を置きやすく、保証価格が高いほど保証の更新を避ける傾向があると考えられる。逆に、製品の使用頻度が高い顧客は保証期間に重点を置きやすく、保証価格が高くとも保証期間が長い保証に更新する傾向が強いと考えられる。顧客の保証内容に対する好みにより、保証更新率は変化すると考えられる。モデル3では、保証内容を考慮した更新率を仮定し、マーケットシェア関数の定式化を行う。本モデルでは、1. 顧客は追加保証価格、保証期間、製品の使用期間によって保証の更新を決定する、2. 市場において顧客は同一の嗜好を持つものとし、先の三要素から保証の魅力进行评估する、の新たに2つの仮定をおく。定式化にあたり、次表記を定める。

顧客は、製品使用期間に対する保証期間の長さの割合に注意を払うと想像できる。したがって、顧客の製品使用期間 $T (> \tau)$ を設定する。また、追加保証期間を S_τ ($S_\tau = \tau_2 - \tau_1$) とする。顧客が保証に対し感じる魅力 (Attraction) の大きさを $V(C_a, S_\tau, T)$ とし、魅力をもとに推定する保証の更新率を $\delta(C_a, S_\tau, T)$ とする。保証を延長する顧客の割合、つまり更新率を変数 C_a, S_τ, T を要素に持つシグモイド関数と仮定し次式で表す。

$$\delta(C_a, S_\tau, T) = \frac{1}{1 + e^{-V(C_a, S_\tau, T)}}. \quad (5)$$

顧客の保証に感じる魅力 $V(C_a, S_\tau, T)$ を次式として表す。

$$V(C_a, S_\tau, T) = \alpha(C_a) + \beta(S_\tau) + \gamma(T) + \epsilon. \quad (6)$$

ここで、 ϵ は誤差を表す。保証価格 C_a が上がれば保証への魅力は下がり、追加保証期間 S_τ 、使用期間 T が上がれば保証への魅力は上がると考えられることから以下を条件とする。

$$\frac{d\alpha(C_a)}{dC_a} (= \alpha'(C_a)) < 0, \quad \frac{d\beta(S_\tau)}{dS_\tau} (= \beta'(\tau)) > 0, \quad \frac{d\gamma(T)}{dT} (= \gamma'(T)) > 0. \quad (7)$$

初期保証期間 τ_1 までに製品故障が発生した場合、期待マーケットシェア $q_1(P_s, \tau_1)$ は次式として求まる。

$$q_1(P_s, \tau_1) = G_1 F(\tau_1) \left(\frac{P_{sL}}{P_s} \right)^a \left(\frac{\tau_{1U} + k}{\tau_1 + k} \right)^{-b}. \quad (8)$$

初期保証期間 τ_1 までに故障しない場合、期待マーケットシェア $q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)$ は次式として導出される。

$$q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) = G_2 \bar{F}(\tau_1) \delta(C_a, S_\tau, T) \left(\frac{P_{sL} + C_{aL}}{P_s + C_a} \right)^a \left(\frac{\tau_{2U} - \tau_{1L}}{\tau_2 - \tau_1} \right)^{-b}. \quad (9)$$

式(8), (9) より、更新率が保証内容に依存するマーケットシェア関数 $Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)$ は次式として導出される。

$$\begin{aligned} Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) &= q_1(P_s, \tau_1) + q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) \\ &= G_1 F(\tau_1) \left(\frac{P_{sL}}{P_s} \right)^a \left(\frac{\tau_{1U} + k}{\tau_1 + k} \right)^{-b} \\ &\quad + G_2 \bar{F}(\tau_1) \delta(C_a, S_\tau, T) \left(\frac{P_{sL} + C_{aL}}{P_s + C_a} \right)^a \left(\frac{\tau_{2U} - \tau_{1L}}{\tau_2 - \tau_1} \right)^{-b}. \end{aligned} \quad (10)$$

また、式(10) より、

$$\frac{\partial Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)}{\partial C_a} = q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) \left\{ \alpha'(C_a) [1 - \delta(C_a, S_\tau, T)] - \frac{a}{P_s + C_a} \right\} < 0, \quad (11)$$

$$\frac{\partial Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)}{\partial S_\tau} = q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) \left\{ \beta'(S_\tau) [1 - \delta(C_a, S_\tau, T)] + \frac{b}{S_\tau} \right\} > 0, \quad (12)$$

$$\frac{\partial Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)}{\partial T} = q_2(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2) \{ \gamma'(T) [1 - \delta(C_a, S_\tau, T)] \} > 0. \quad (13)$$

モデル3におけるマーケットシェア関数 $Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)$ は追加保証価格 C_a に対する減少関数であり、追加保証期間長、使用期間 S_τ, T に対する増加関数となる特徴を持つ。さらに、式(11), (12), および(13)より、マーケットシェア $Q(P_s, C_a, \tau_1, \tau_2)$ 増大を図る上で、追加保証料金、追加保証期間長、および使用期間のいずれに注目すべきか議論が可能となる。

(case1) 次式が成立する場合、追加保証価格 C_a の引き下げより、追加保証期間 S_τ の延長が望ましい。

$$C_a < \frac{aS_\tau (1 + e^{-V(C_a, S_\tau, T)})}{b + \{b + [\alpha'(C_a) + \beta'(S_\tau)] S_\tau\} e^{-V(C_a, S_\tau, T)}} - P_s, \quad (14)$$

(case2) 次式が成立する場合、長い使用期間 T を考える顧客より追加保証期間 S_τ の延長が望ましい。

$$S_\tau < \frac{b(1 + e^{-V(C_a, S_\tau, T)})}{[\gamma'(T) - \beta'(S_\tau)]e^{-V(C_a, S_\tau, T)}}, \quad (15)$$

(case3) 次式が成立する場合、長い使用期間 T を考える顧客より追加保証価格 C_a の引き下げが望ましい。

$$S_\tau < \frac{a(1 + e^{-V(C_a, S_\tau, T)})}{[\gamma'(T) + \alpha'(C_a)]e^{-V(C_a, S_\tau, T)}} - P_s. \quad (16)$$

5. 割引モデル (モデル4)

企業はマーケットシェア拡大を目的に、製品価格や製品保証内容について検討を行う。しかし、保証期間と製品価格は背反し、どこでバランスをとるべきか難しい判断を迫られる。理想としては長期保証を実施し、製品価格を下げればよりマーケットシェア拡大を図ることが可能と考えられる。そこで、保証期間終了後の修理に伴う利益を製品販売価格に還元し、長期保証と製品価格低減を実現するための割引モデルを提案する。

5.1. 初期保証実施した場合におけるマーケットシェア

製品価格を保証期間、および使用期間を考慮して決定する。本モデルでは、1. 顧客は製品導入後、保証期間内の故障に関しては無料で、保証期間外は各故障につき C_s の料金で小修理を受けることができる、2. 製品価格は保証期間と使用期間により見積もられ決定される、の2つの仮定をおく。定式化にあたり、次表記を定める。

製品価格と製品定価を区別する。製品価格は割引を行った実際の販売価格を意味し、製品定価は割引を行わない場合の販売価格を意味する。製品価格を $P_s(\tau, T)$ 、製品定価を P_c とする。保証期間 τ に対する保証費用を $P_a(\tau)$ 、故障品の最低修理価格 C_r および修理価格 C_s ($> C_r$) とする。小修理は、修理直前の製品故障率と修理直後の製品故障率が同じである修理形態の総称である [5]。このため、小修理を伴う故障の振る舞いは、非同次ポアソン過程を用いて表現できる [6]。ここで、保証費用 $P_a(\tau)$ と製品価格 $P_s(\tau, T)$ を次式として表す。

$$P_a(\tau) = C_r H(\tau), \quad (17)$$

$$P_s(\tau, T) = P_c + P_a(\tau) - B(\tau, T). \quad (18)$$

関数 $H(t)$ は、時刻 t における非同次ポアソン過程の平均値関数を表す。つまり、時刻 t までにおこる製品の期待故障回数を表す。また、関数 $B(\tau, T)$ は企業がマーケットシェアを拡大するために競合製品と差を付けるため、保証期間終了後の故障に対して修理を

おこなったときに発生する利益の一部を製品価格に反映させるための還元額である。関数 $B(\tau, T)$ の制約条件を記す。

$$B(\tau, T) < P_c + P_a(\tau) - P_{sL}. \quad (19)$$

ここで,

$$B(\tau, T) = [P_c + P_a(\tau) - P_{sL}] U(\tau, T), \quad (20)$$

とし, $U(\tau, T)$ は以下の条件を満たす。

・ $C_s \neq C_r$ の場合

$$\lim_{T \rightarrow \infty} U(\tau, T) = 1, \quad (21)$$

・ $C_s = C_r$ の場合

$$U(\tau, T) = 0. \quad (22)$$

本研究では, 上の条件を満たす式として次式を用いる。

$$U(\tau, T) = 1 - e^{-\zeta(C_s - C_r)[H(T) - H(\tau)]}. \quad (23)$$

パラメータ $\zeta(>0)$ は, 保証期間終了後における単位保全利益に対し, 企業が顧客に還元する額の大きさを表す。以上より, 割引された場合のマーケットシェア関数 $Q(\tau, T)$ は次式として導出される。

$$\begin{aligned} Q(\tau, T) &= G \left(\frac{P_{sL}}{P_s(\tau, T)} \right)^a \left(\frac{\tau_U + k}{\tau + k} \right)^{-b} \\ &= G \left(\frac{P_{sL}}{P_c + P_a(\tau) - B(\tau, T)} \right)^a \left(\frac{\tau_U + k}{\tau + k} \right)^{-b}. \end{aligned} \quad (24)$$

式 (24) より,

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q(\tau, T)}{\partial \tau} &= \\ Q(\tau, T) &\left\{ -\frac{a[C_r - \zeta(C_s - C_r)B_U(\tau)]h(\tau)\bar{U}(\tau, T)}{P_s(\tau, T)} + \frac{b}{\tau + k} \right\}, \end{aligned} \quad (25)$$

$$\frac{\partial Q(\tau, T)}{\partial T} = Q(\tau, T) \left[\frac{a\zeta(C_s - C_r)B_U(\tau)h(T)\bar{U}(\tau, T)}{P_s(\tau, T)} \right] > 0, \quad (26)$$

$$\frac{\partial Q(\tau, T)}{\partial C_s} = Q(\tau, T) \left[\frac{a\zeta(H(T) - H(\tau))B_U(\tau)\bar{U}(\tau, T)}{P_s(\tau, T)} \right] > 0. \quad (27)$$

ここで,

$$B_U(\tau) = P_c + P_a(\tau) - P_{sL}, \quad (28)$$

$$\bar{U}(\tau, T) = 1 - U(\tau, T), \quad (29)$$

$$\frac{dH(t)}{dt} = h(t). \quad (30)$$

式 (26), (27) より, 本モデルにおいてマーケットシェア関数 $Q(\tau, T)$ は使用期間 T , 修理価格 C_s に対し増加関数となる特徴を持つ。保証期間 τ については式 (25) より, 以下の場合分けができる。

1. 次の関係が成立する場合, マーケットシェア $Q(\tau, T)$ は保証期間 τ に対する増加関数である。

$$C_s > 1 + \frac{1}{\zeta B_U(\tau)} C_r. \quad (31)$$

2. 上記関係式 (31) が成立しない場合, 以下に場合分けされる。

- (a) 次の関係が成立する場合, マーケットシェア $Q(\tau, T)$ は保証期間 τ に対する減少関数である。

$$\frac{b}{\tau + k} > \frac{a [C_r - \zeta (C_s - C_r) B_U(\tau)] h(\tau) \bar{U}(\tau, T)}{P_s(\tau, T)}. \quad (32)$$

- (b) 上記 (a) の関係が満たされない場合, マーケットシェア $Q(\tau, T)$ は保証期間 τ に対する増加関数である。

式 (25), (26), および (27) より, マーケットシェア $Q(\tau, T)$ 増大を図る上で, 保証期間 τ , 使用期間 T , 及び修理価格 C_s のいずれに注目すべきか議論が可能となる。

- (case1) 次式が成立する場合, 修理価格 C_s の引き下げより長い使用期間 T を考える顧客を対象にするのが望ましい。

$$h(T) > \frac{H(T) - H(\tau)}{C_s - C_r}. \quad (33)$$

- (case2) 1.(a) の場合;

- ・次式が成立する場合, 保証期間 τ の延長より長い使用期間 T を考える顧客を対象にするのが望ましい。

$$\frac{b P_s(\tau, T)}{a(\tau + k) \bar{U}(\tau, T)} > C_r h(\tau) - \zeta B_U(\tau) (C_s - C_r) [h(T) + h(\tau)]. \quad (34)$$

- ・次式が成立する場合, 保証期間 τ の延長より修理価格 C_s の引き下げが望ましい。

$$\frac{b P_s(\tau, T)}{a(\tau + k) \bar{U}(\tau, T)} < C_r h(\tau) - \zeta B_U(\tau) [(C_s - C_r) h(\tau) + H(T) - H(\tau)]. \quad (35)$$

- (case3) 1.(b) および 2. の場合

- ・次式が成立する場合, 修理価格 C_s の引き下げより保証期間 τ の延長が望ましい。

$$\frac{b P_s(\tau, T)}{a(\tau + k) \bar{U}(\tau, T)} > C_r h(\tau) - \zeta B_U(\tau) (C_s - C_r) [h(T) - h(\tau)]. \quad (36)$$

・次式が成立する場合、長い使用期間 T を考える顧客より保証期間 τ の延長が望ましい。

$$\frac{bP_s(\tau, T)}{a(\tau + k)\bar{U}(\tau, T)} < C_r h(\tau) - \zeta B_U(\tau) [(C_s - C_r)h(\tau) - H(T) + H(\tau)]. \quad (37)$$

5.2. 追加保証実施した場合におけるマーケットシェア

追加保証価格を保証期間、及び使用期間を考慮して求める。本モデルでは、1. 初期保証期間中に製品が故障しなかった場合、顧客は追加料金を支払い追加保証を受けるか選択できる、2. 顧客が追加保証を選択した場合、保証期間が延長される、3. 追加保証価格は、保証期間と使用期間により見積もられ決定される、の3つの仮定をおく。定式化にあたり、次表記を定める。

追加保証の購入価格は初期保証や追加保証の終了時期、製品の使用期間に依存すると考えられることから、追加保証価格を $C_a(\tau_1, \tau_2, T)$ とする。また、追加保証終了後、使用期間中に顧客が支払う修理費用の一部を顧客に還元することから、割引期待修理利益を $D(\tau_1, \tau_2, T)$ とする。初期保証期間 τ_1 までに製品故障が発生した場合、期待マーケットシェア $q_1(\tau_1, T)$ を次式として定式化する。

$$\begin{aligned} q_1(\tau_1, T) &= G_1 F(\tau_1) \left(\frac{P_L}{P_s(\tau_1, T)} \right)^a \left(\frac{\tau_{1U} + k}{\tau_1 + k} \right)^{-b} \\ &= G_1 F(\tau_1) \left(\frac{P_L}{P_c + P_a(\tau_1) - B(\tau_1, T)} \right)^a \left(\frac{\tau_{1U} + k}{\tau_1 + k} \right)^{-b}. \end{aligned} \quad (38)$$

初期保証期間 τ_1 までに故障しない場合、期待マーケットシェア $q_2(\tau_1, \tau_2, T)$ を次式として定式化する。

$$q_2(\tau_1, \tau_2, T) = G_2 \delta \bar{F}(\tau_1) \left(\frac{P_L + C_{aL}}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)} \right)^a \left(\frac{\tau_U - \tau_{1L}}{\tau_2 - \tau_1} \right)^{-b}. \quad (39)$$

保証期間 τ_1, τ_2 と使用期間 T を考慮した追加保証価格 $C_a(\tau_1, \tau_2, T)$ を次式として表す。

$$C_a(\tau_1, \tau_2, T) = P_a(\tau_1, \tau_2) + B(\tau, T) - D(\tau_1, \tau_2, T). \quad (40)$$

関数 $D(\tau_1, \tau_2, T)$ は、 $B(\tau_1, T)$ と同様に考える還元額であり、

$$D(\tau_1, \tau_2, T) = [P_a(\tau_1, \tau_2) - C_{aL}] L(\tau_2, T), \quad (41)$$

$$L(\tau_2, T) = 1 - e^{-\zeta(C_s - C_r)[H(T) - H(\tau_2)]}. \quad (42)$$

パラメータ ζ は、追加保証期間終了後における単位保全利益に対し、企業が顧客に還元する価格の大きさを表す。以上より、追加保証におけるマーケットシェア関数 $q_2(\tau_1, \tau_2, T)$ は次式として導出される。

$$q_2(\tau_1, \tau_2, T) = G_2 \delta \bar{F}(\tau_1) \left(\frac{P_{sL} + C_{aL}}{P_c + C_r + P_a(\tau_2) - D(\tau_1, \tau_2, T)} \right)^a \left(\frac{\tau_{2U} - \tau_{1L}}{\tau_2 - \tau_1} \right)^{-b}. \quad (43)$$

式 (38), (43) より, 価格が割引された場合におけるマーケットシェア関数 $Q(\tau_1, \tau_2, T)$ は次式として導出される。

$$\begin{aligned} Q(\tau_1, \tau_2, T) &= q_1(\tau_1, T) + q_2(\tau_1, \tau_2, T) \\ &= G_1 F(\tau_1) \left(\frac{P_L}{P_c + P_a(\tau_1) - B(\tau_1, T)} \right)^a \left(\frac{\tau_{1U} + k}{\tau_1 + k} \right)^{-b} \\ &\quad + G_2 \delta \bar{F}(\tau_1) \left(\frac{P_{sL} + C_{aL}}{P_c + C_r + P_a(\tau_2) - D(\tau_1, \tau_2, T)} \right)^a \left(\frac{\tau_U - \tau_{1L}}{\tau_2 - \tau_1} \right)^{-b}. \end{aligned} \quad (44)$$

式 (44) より,

$$\frac{\partial Q(\tau_1, \tau_2, T)}{\partial \tau_2} = q_2(\tau_1, \tau_2, T) \left\{ -\frac{a [C_r - \varsigma (C_s - C_r) D_U(\tau_1, \tau_2)] h(\tau_2) \bar{L}(\tau_2, T)}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)} + \frac{b}{\tau_2 - \tau_1} \right\}, \quad (45)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q(\tau_1, \tau_2, T)}{\partial T} &= q_1(\tau_1, T) \left[\frac{a \varsigma (C_s - C_r) B_U(\tau_1) h(T) \bar{U}(\tau_1, T)}{P_s(\tau_1, T)} \right] \\ &\quad + q_2(\tau_1, \tau_2, T) \left[\frac{a \varsigma (C_s - C_r) D_U(\tau_1, \tau_2) h(T) \bar{L}(\tau_2, T)}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)} \right] > 0, \end{aligned} \quad (46)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q(\tau_1, \tau_2, T)}{\partial C_s} &= q_1 \left[\frac{a \varsigma [H(T) - H(\tau_1)] B_U(\tau_1) \bar{U}(\tau_1, T)}{P_s(\tau_1, T)} \right] \\ &\quad + q_2(\tau_1, \tau_2, T) \left[\frac{a \varsigma [H(T) - H(\tau_2)] D_U(\tau_1, \tau_2) \bar{L}(\tau_2, T)}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)} \right] > 0. \end{aligned} \quad (47)$$

ここで,

$$D_U(\tau_1, \tau_2, T) = C_r + P_a(\tau_1, \tau_2) - C_{aL}, \quad (48)$$

$$\bar{L}(\tau_2, T) = e^{-\varsigma(C_s - C_r)[H(T) - H(\tau_2)]}. \quad (49)$$

式 (46), (47) より, 本モデルにおいてマーケットシェア関数 $Q(\tau_1, \tau_2, T)$ は使用期間 T , 修理価格 C_s に対する増加関数である。また, 式 (45) より,

1. 次の関係式を満たす場合, マーケットシェア評価式 $Q(\tau_1, \tau_2, T)$ は追加保証期間 τ_2 に対する増加関数である。

$$C_s > 1 + \frac{1}{\varsigma D_U(\tau_1, \tau_2)} C_r. \quad (50)$$

2. 上記関係式 (50) が成立しない場合, 以下に場合分けされる。

- (a) 次の関係式を満たす場合, マーケットシェア評価式 $Q(\tau_1, \tau_2, T)$ は追加保証期間 τ_2 に対する減少関数である。

$$\frac{a [C_r - \varsigma (C_s - C_r) D_U(\tau_1, \tau_2)] h(\tau_2) \bar{L}(\tau_2, T)}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)} > \frac{b}{\tau_2 - \tau_1}. \quad (51)$$

(b) 上記 (a) の関係が満たされない場合、マーケットシェア評価式 $Q(\tau_1, \tau_2, T)$ は追加保証期間 τ_2 に対する増加関数である。

式 (45), (46), および (47) より、マーケットシェア $Q(\tau_1, \tau_2, T)$ 増大を図る上で、追加保証期間 τ_2 、使用期間 T 、及び修理価格 C_s のいずれに注目すべきか議論が可能となる。

(case1) 次式が成立する場合、修理価格 C_s の引き下げより、長い使用期間 T を考える顧客を対象にするのが望ましい。

$$\frac{P_s(\tau_1, T)}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)} < \frac{\zeta B_U(\tau_1) \bar{U}(\tau_1, T)}{\zeta D_U(\tau_1, \tau_2) \bar{L}(\tau_2, T)}. \quad (52)$$

ここで、

$$I = -\frac{a [C_r - \zeta (C_s - C_r) D_U(\tau_1, \tau_2)] h(\tau_2) \bar{L}(\tau_2, T)}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)} + \frac{b}{\tau_2 - \tau_1}, \quad (53)$$

$$J = \frac{a \zeta (C_s - C_r) B_U(\tau_1) h(T) \bar{U}(\tau_1, T)}{P_s(\tau_1, T)}, \quad (54)$$

$$K = \frac{a \zeta (C_s - C_r) D_U(\tau_1, \tau_2) h(T) \bar{L}(\tau_2, T)}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)}, \quad (55)$$

$$S = \frac{a \zeta [H(T) - H(\tau_1)] B_U(\tau_1) \bar{U}(\tau_1, T)}{P_s(\tau_1, T)}, \quad (56)$$

$$W = \frac{a \zeta [H(T) - H(\tau_2)] D_U(\tau_1, \tau_2) \bar{L}(\tau_2, T)}{P_s(\tau_1, T) + C_a(\tau_1, \tau_2, T)}. \quad (57)$$

(case2) 1. (a) の場合

・次式が成立する場合、追加保証期間 τ_2 の延長より長い使用期間 T を考える顧客を対象にするのが望ましい。

$$\frac{q_1}{q_2} < -\frac{I + K}{J}. \quad (58)$$

・次式が成立する場合、追加保証期間 τ_2 の延長より修理価格 C_s の引き下げをが望ましい。

$$\frac{q_2}{q_1} < -\frac{I + S}{W}. \quad (59)$$

(case3) 1. (b), 2. の場合

・次式が成立する場合、追加保証期間 τ_2 より長い使用期間 T を考える顧客を対象にするのが望ましい。

$$\frac{q_1}{q_2} < \frac{I - K}{J}. \quad (60)$$

・次式が成立する場合、追加保証期間 τ_2 の延長より修理価格 C_s の引き下げが望ましい。

$$\frac{q_2}{q_1} < \frac{I - S}{W}. \quad (61)$$

5. まとめ

本稿では、製品に付加価値を与え、企業戦略上重要な認識を得た製品保証に着目し、製品価格、保証期間、および保証費用など基礎的な保証要素を基にしたマーケットシェアの推定について定式化を試みた。マーケットシェア推定の基本概念として Mitra 等の文献 [3] を採用し、近年市場において一般的になりつつある追加保証サービスに対応するべく拡張を行った。モデル 1、およびモデル 2 においては製品価格、保証期間からなる最も単純化された定式化を実施した。モデル 3 においては追加保証を実施した場合、保証価格、保証期間、および使用期間から顧客が保証サービスを更新するか否かを決定するモデルの定式化を実施した。さらに、モデル 4 においては製品価格設定と保証サービスの関係を考慮し、修理から得られる利益を製品価格に還元させる割引モデルについても定式化を実施した。これらモデルよりマーケットシェア拡大を目的とした場合、製品価格や保証期間、使用者の製品使用期間のいずれに着目すべきかについて基礎的な議論することが可能となる。現在 Mitra 等の概念を前提に拡張を実施しているため、モデルの適用ができない状況が存在する。たとえば、ブランド志向を持つ顧客は一概に製品価格とマーケットシェアの間に単調な関係が成立とは言えないことから明らかである。今後の課題は、提案モデルの適用妥当性ととも、今後多様性を増すと考えられる保証サービスに対し、何に注力すべきかその指針となるモデル作成があげられる。

参考文献

- [1] D. N. P. Muthy, I. Djamaludin. *New product warranty: A literature review*. Int. J. Production Economics, 79, pp.231-260, 2002
- [2] W. R. Blischke, D. N. P. Murthy(Eds.). *Product Warranty Handbook*. Marcel Dekker, Inc., New York, 1996
- [3] A. Mitra, J. G. Patanker. *Market share and warranty costs for renewable warranty programs*. Int. J. Production Economics, 50, pp.155-168, 1997
- [4] 林坂弘一郎, 三道弘明. 複数回の故障に対して取替えを行う保証サービス契約モデル. 電気情報通信学会論文誌, Vol.J86-A No.3, pp.250-268, 2003
- [5] R. E. Barlow, L. C. Hunter. *Optimum preventive maintenance policies*. Oper. Res., Vol.8, pp.90-100, 1960
- [6] 小和田正. 確率過程とその応用. 実教出版, 1983